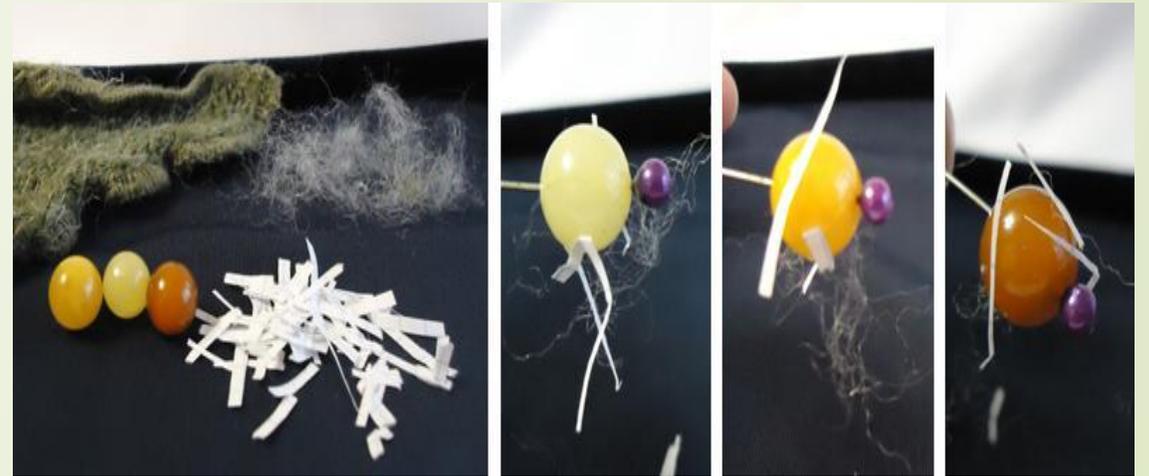


# Электродинамика



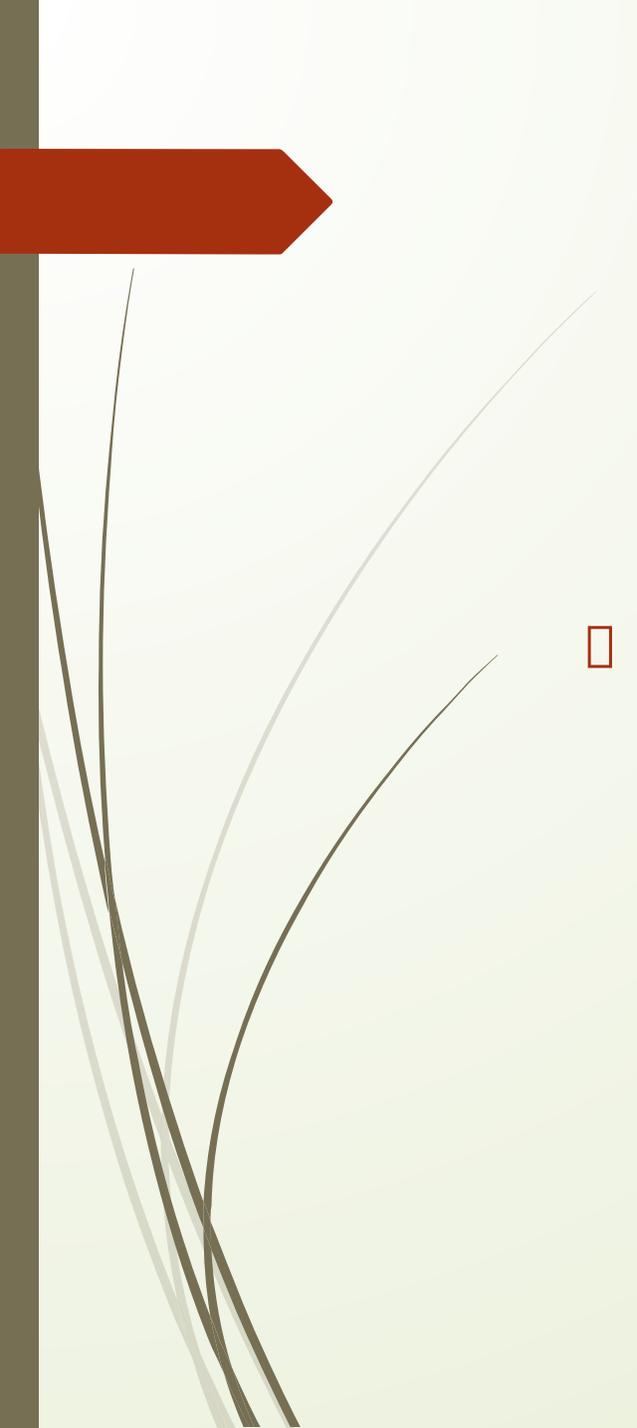
# Электростатика. Электрические заряды и их взаимодействие



- **Электростатика** — раздел учения об электричестве, изучающий взаимодействие неподвижных электрических зарядов.



- **Электрический заряд** – это физическая величина, характеризующая свойство частиц или тел вступать в электромагнитные силовые взаимодействия.

- 
- Электрический заряд обычно обозначается буквами  $q$  или  $Q$ . В системе СИ электрический заряд измеряется в Кулонах (Кл).



**Электрический заряд обладает следующими свойствами:**

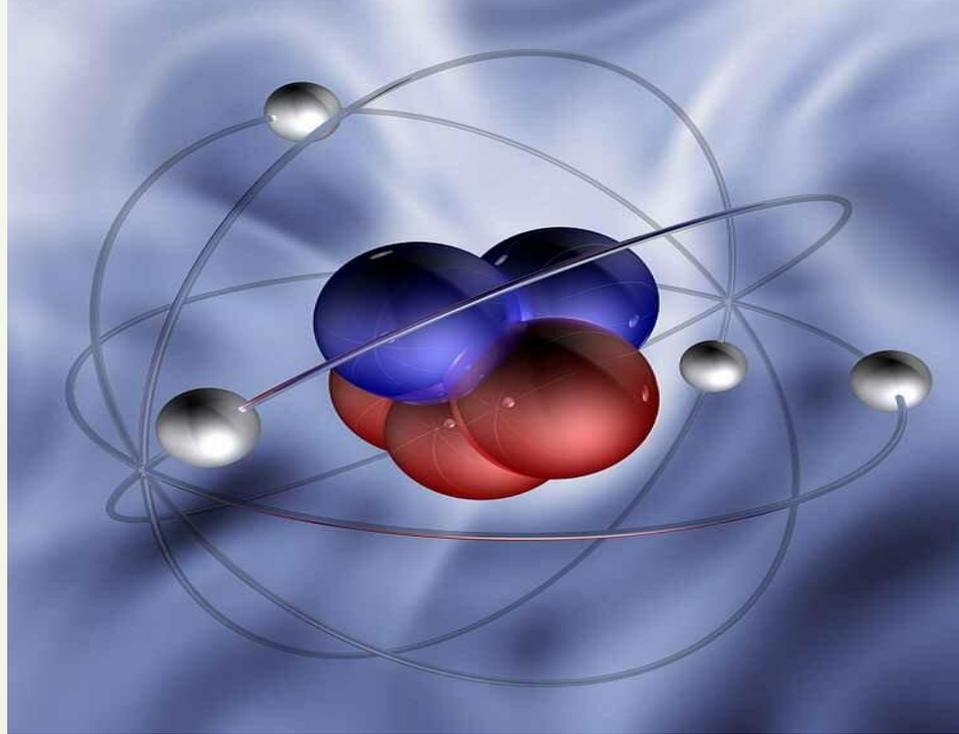
- 1. Электрический заряд является видом материи.
- 2. Электрический заряд не зависит от движения частицы и от ее скорости.
- 3. Заряды могут передаваться (например, при непосредственном контакте) от одного тела к другому. В отличие от массы тела электрический заряд не является неотъемлемой характеристикой данного тела. Одно и то же тело в разных условиях может иметь разный заряд.

- 
- 4. Существует два рода электрических зарядов, условно названных положительными и отрицательными.
  - 5. Все заряды взаимодействуют друг с другом. При этом одноименные заряды отталкиваются, разноименные – притягиваются. Силы взаимодействия зарядов являются центральными, то есть лежат на прямой, соединяющей центры зарядов.
  - 6. Существует минимально возможный (по модулю) электрический заряд, называемый элементарным зарядом. Его значение:

$$e = 1,602177 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл.}$$

Электрический заряд любого тела всегда кратен элементарному заряду:  $q = Ne$

где:  $N$  – целое число.



- **Закон сохранения электрического заряда.** В изолированной системе алгебраическая сумма зарядов всех тел остается постоянной:
- Закон сохранения электрического заряда утверждает, что в замкнутой системе тел не могут наблюдаться процессы рождения или исчезновения зарядов только одного знака.

## Строение атома



- В нейтральном атоме число протонов в ядре равно числу электронов в оболочке. Это число называется атомным номером. Атом данного вещества может потерять один или несколько электронов, или приобрести лишний электрон. В этих случаях нейтральный атом превращается в положительно или отрицательно заряженный ион.

## Закон Кулона:

- *Сила взаимодействия между двумя точечными электрическими зарядами пропорциональна величинам этих зарядов и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.*

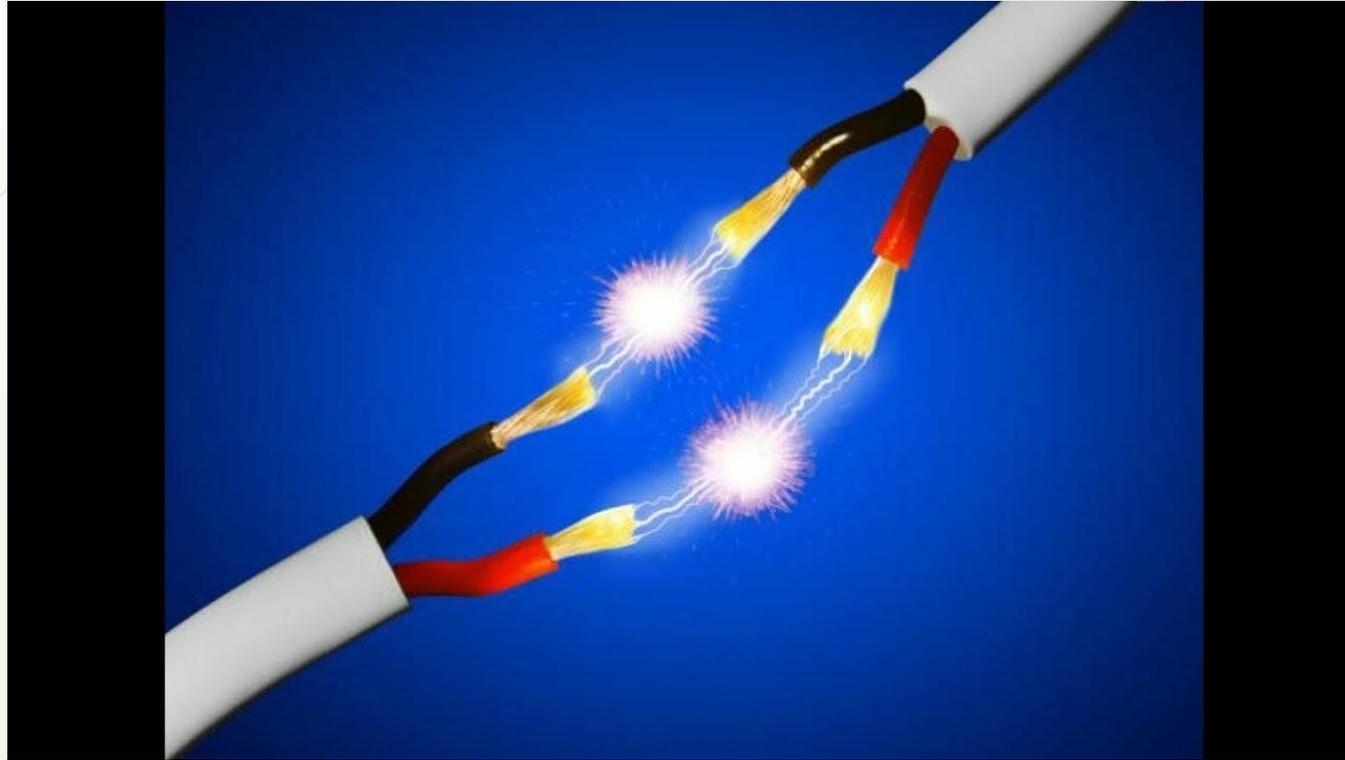
$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{\epsilon r^2}$$

где:  $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость среды – безразмерная физическая величина, показывающая, во сколько раз сила электростатического взаимодействия в данной среде будет меньше, чем в вакууме (то есть во сколько раз среда ослабляет взаимодействие). Здесь  $k$  – коэффициент в законе Кулона, величина, определяющая численное значение силы взаимодействия зарядов. В системе СИ его значение принимается равным:

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ м/Ф.}$$



- Единица измерения заряда в СИ — 1 кулон — электрический заряд, проходящий через поперечное сечение проводника при силе тока 1 А за время 1 с.



- **Электрический ток** – направленное упорядоченное движение заряженных частиц (электронов, ионов) под действием сил электрического поля.
- Электрический ток называют **постоянным**, если сила тока и его направление не меняются с течением времени.
- **Переменный** ток это ток, изменяющийся во времени.



Количественный закон теплового действия тока называется *законом Джоуля–Ленца*:

- *Количество теплоты, выделяющееся в проводнике, прямо пропорционально его сопротивлению и квадрату силы тока.*

$$Q = I^2 R t$$



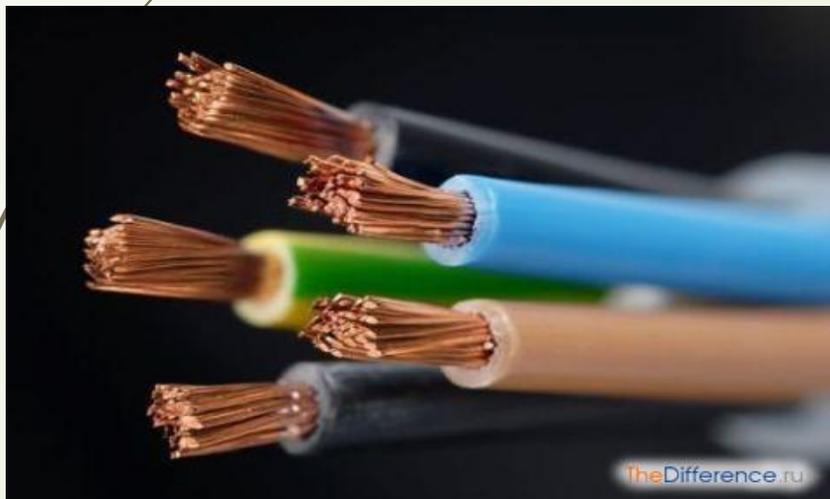
# Закон Ома:

- *Сила тока на участке цепи равна отношению напряжения на этом участке к его сопротивлению.*

$$I = \frac{U}{R}$$

# Проводники и диэлектрики

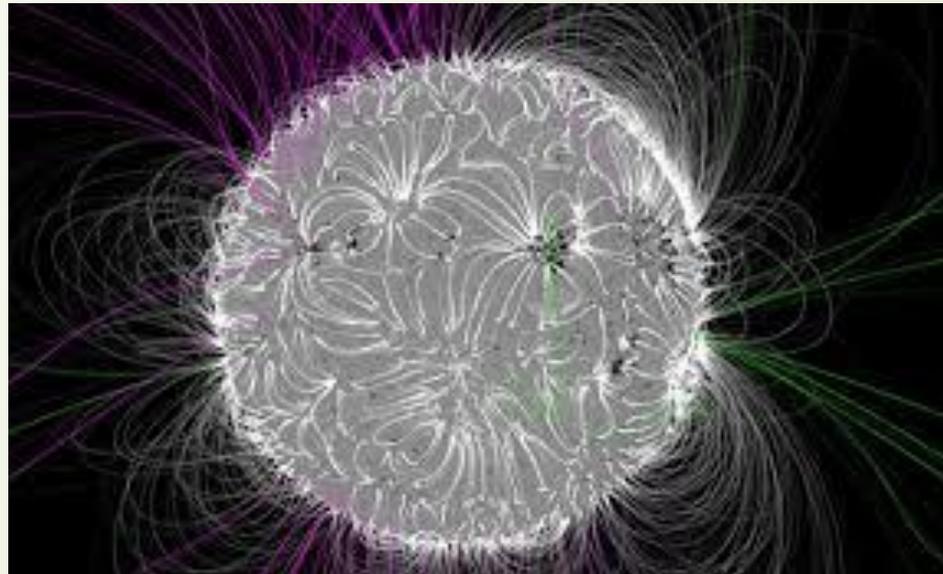
- ▣ **Проводник** - это тело, внутри которого содержится достаточное количество свободных электрических зарядов, способных перемещаться под действием электрического поля.





- *Диэлектрик* - тело не содержащее внутри свободные электрические заряды.
- В диэлектриках электрический ток невозможен.

# Магнитное поле и магнитные взаимодействия



- **Магнитное поле** – особая форма материи, существующая вокруг движущихся электрических зарядов – токов.



## *Свойства магнитного поля:*

- магнитное поле материально;
- источник и индикатор поля – электрический ток;
- магнитное поле является вихревым – его силовые линии (линии магнитной индукции) замкнутые;
- величина поля убывает с расстоянием от источника поля.

- **Магнитным взаимодействием** называют притяжение или отталкивание электрически нейтральных проводников при пропускании через них электрического тока.
- Силовая характеристика магнитного поля – **вектор магнитной индукции  $\mathbf{B}$** . Модуль вектора магнитной индукции равен отношению максимального значения силы, действующей со стороны магнитного поля на проводник с током, к силе тока в проводнике  $I$  и его длине  $l$ :

$$B = \frac{F_{\max}}{I \cdot l}.$$

Обозначение –  $\mathbf{B}$ , единица измерения в СИ – тесла (Тл).

1 Тл – это индукция такого магнитного поля, в котором на каждый метр длины проводника при силе тока 1 А действует максимальная сила 1 Н.

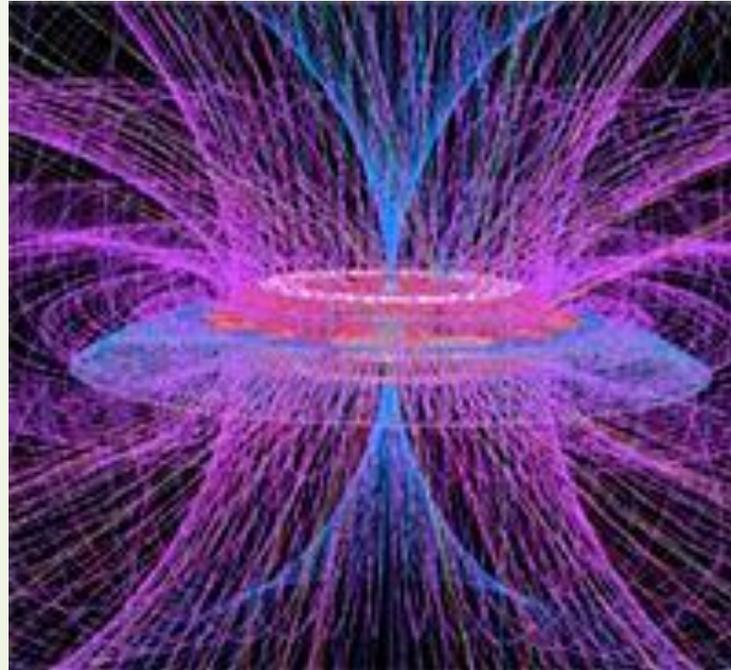
## Направление сил взаимодействия магнитов



<http://electricalschool.info/>

- Взаимодействие магнитов. **Постоянные магниты** – это тела, длительное время сохраняющие намагниченность, то есть создающие магнитное поле.
- Основное свойство магнитов: притягивать тела из железа или его сплавов (например, стали). Магниты бывают естественные (из магнитного железняка) и искусственные, представляющие собой намагниченные железные полосы. Области магнита, где его магнитные свойства выражены наиболее сильно, называют полюсами. У магнита два полюса: северный N и южный S.

# Электромагнитное поле и волны.



- Электромагнитное поле – это порождающие друг друга переменные электрические и магнитные поля.

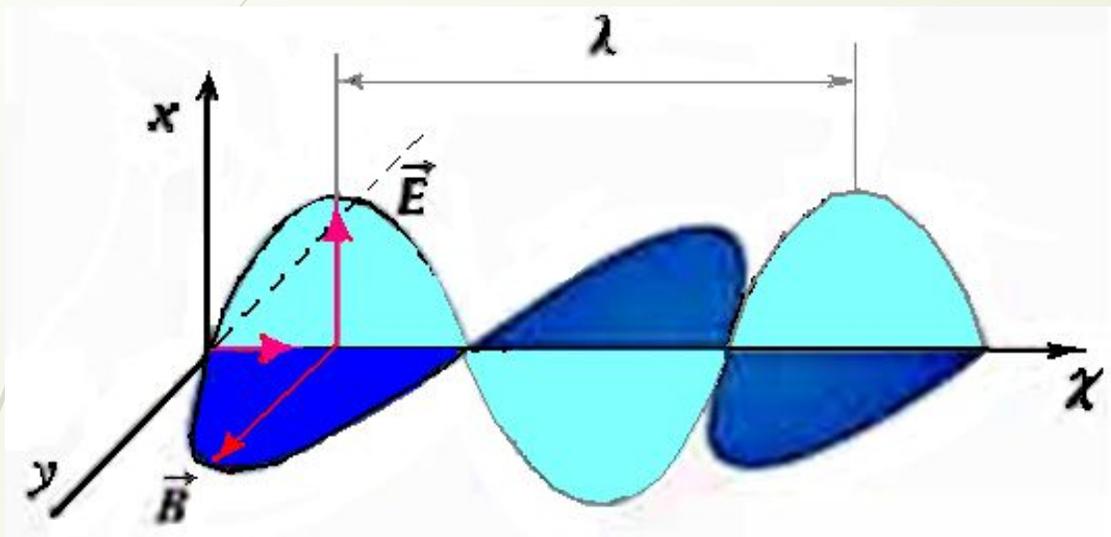


***Волной*** называют распространяющиеся в пространстве со скоростью света колебания взаимосвязанных электрического и магнитного поля

Источниками электромагнитного поля могут быть:

- - движущийся магнит;
- - электрический заряд, движущийся с ускорением или колеблющийся.
- 
- Электрическое поле существует всегда вокруг электрического заряда, в любой системе отсчета.
- Магнитное поле существует в той системе отсчета, относительно которой электрические заряды движутся.
- Электромагнитное поле существует в системе отсчета, относительно которой *электрические заряды движутся с ускорением.*

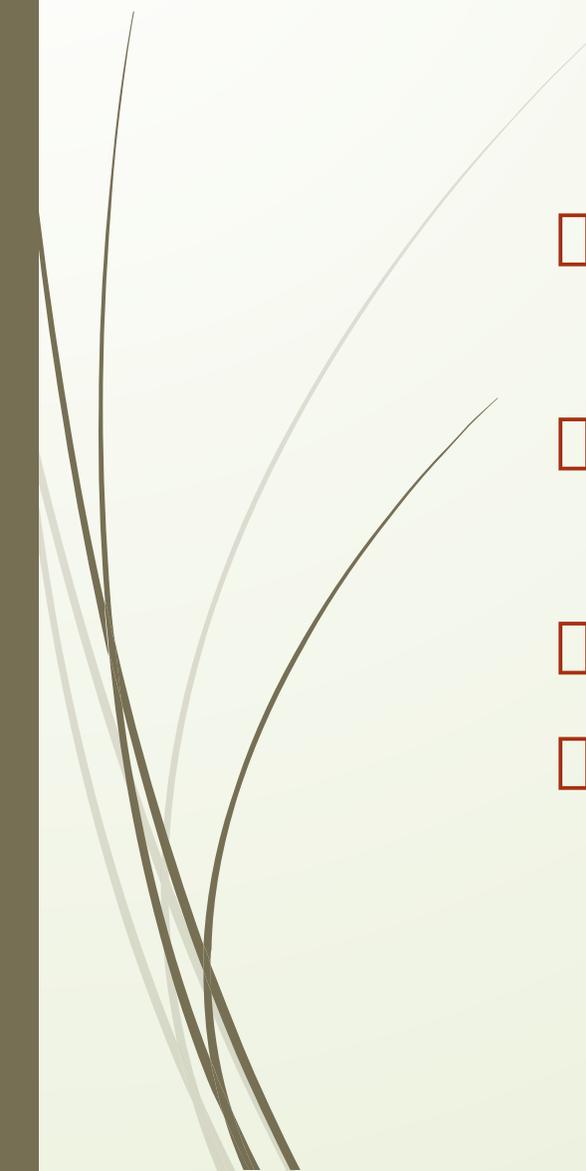
□ **Электромагнитные волны** - это электромагнитное поле, распространяющееся в пространстве с конечной скоростью, зависящей от свойств среды.



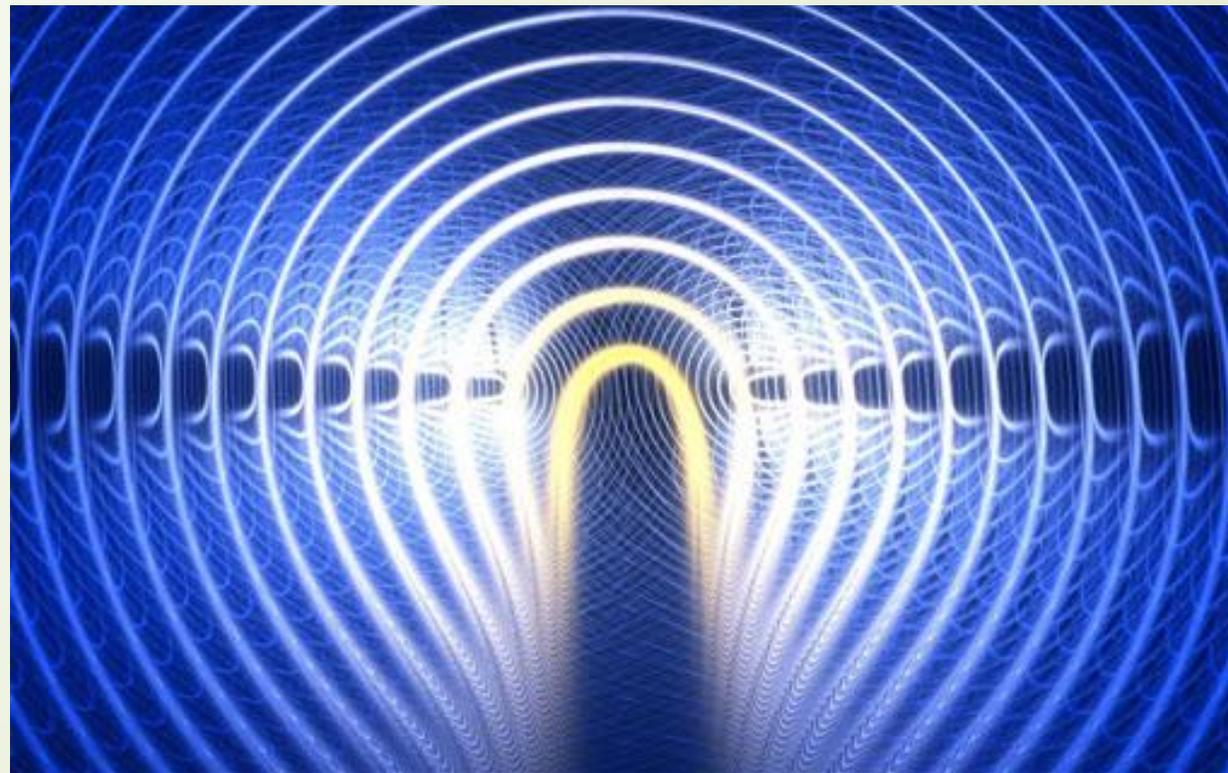
$$\lambda = cT = \frac{c}{\nu}$$

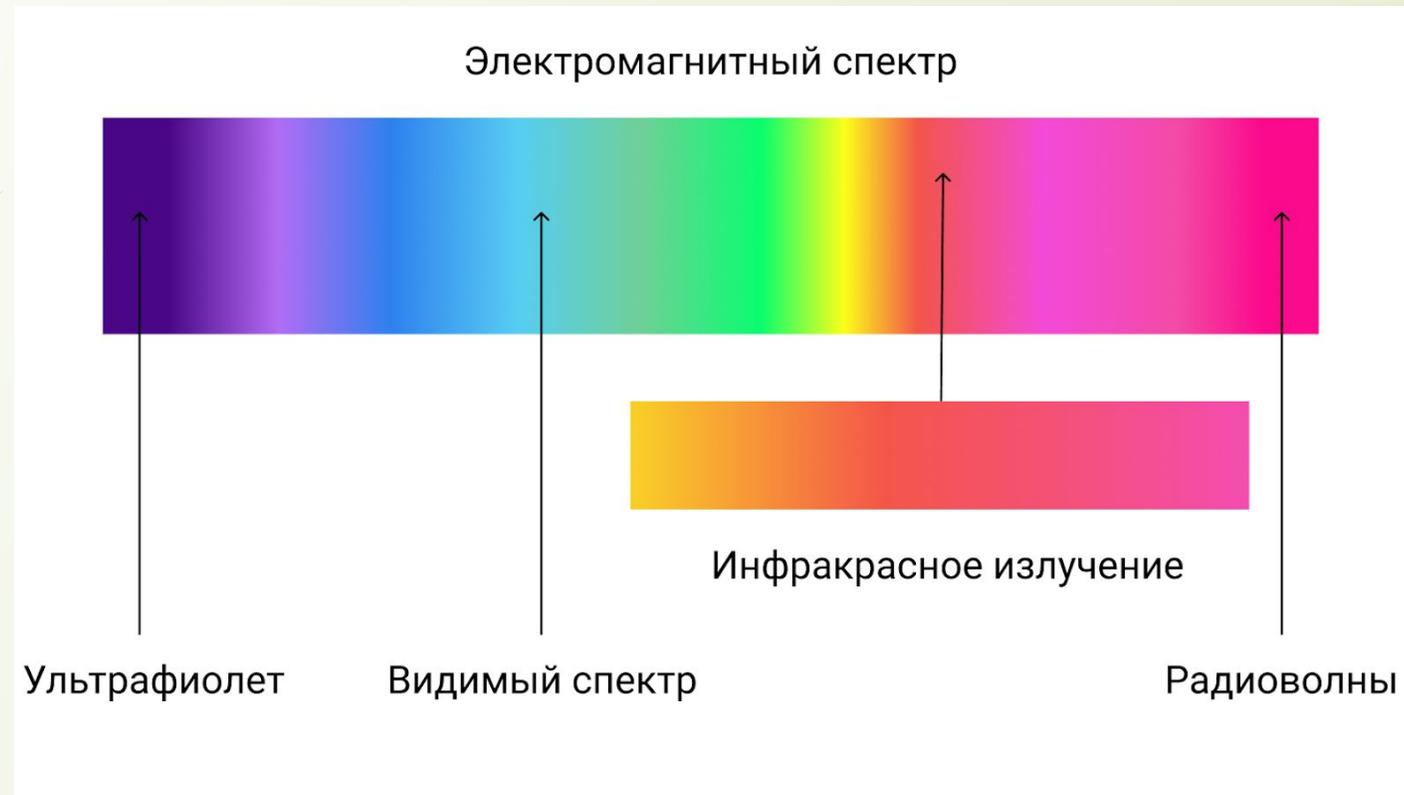


# Свойства Электромагнитных волн

- - распространяются не только в веществе, но и в вакууме;
  - - распространяются в вакууме со скоростью света ( $c = 300\,000$  км/с);
  - - это поперечные волны;
  - - это бегущие волны (переносят энергию).
- 

# Радиоволны





***Инфракрасным излучением (ИК)*** называют электромагнитные излучения с длиной волны, меньшей чем 0,005 м, но большей чем 770 нм, т. е. лежащие между диапазоном радиоволн и диапазоном видимого света.

- 
- **К видимому свету** относят излучения с длиной волны примерно от 770нм до 380нм, от красного до фиолетового света.
  - **Ультрафиолетовым излучением (УФ)** называют невидимое глазом электромагнитное излучение с длиной волны меньше, чем у фиолетового света.
  - Источники ультрафиолетового излучения в медицине - газоразрядные лампы.
  - **Гамма-лучи** - самые короткие по длине волны и самые высокие по частоте и энергии лучи в электромагнитном спектре.
  - Они состоят из фотонов сверхвысоких энергий и используются сегодня в онкологии для лечения раковых опухолей.
  - **Электромагнитные колебания** — это периодические изменения заряда, силы тока и напряжения, происходящие в электрической цепи. Простейшей системой для наблюдения электромагнитных колебаний служит колебательный контур.



# **Электромагнитная ИНДУКЦИЯ**

## Открытие явления электромагнитной индукции

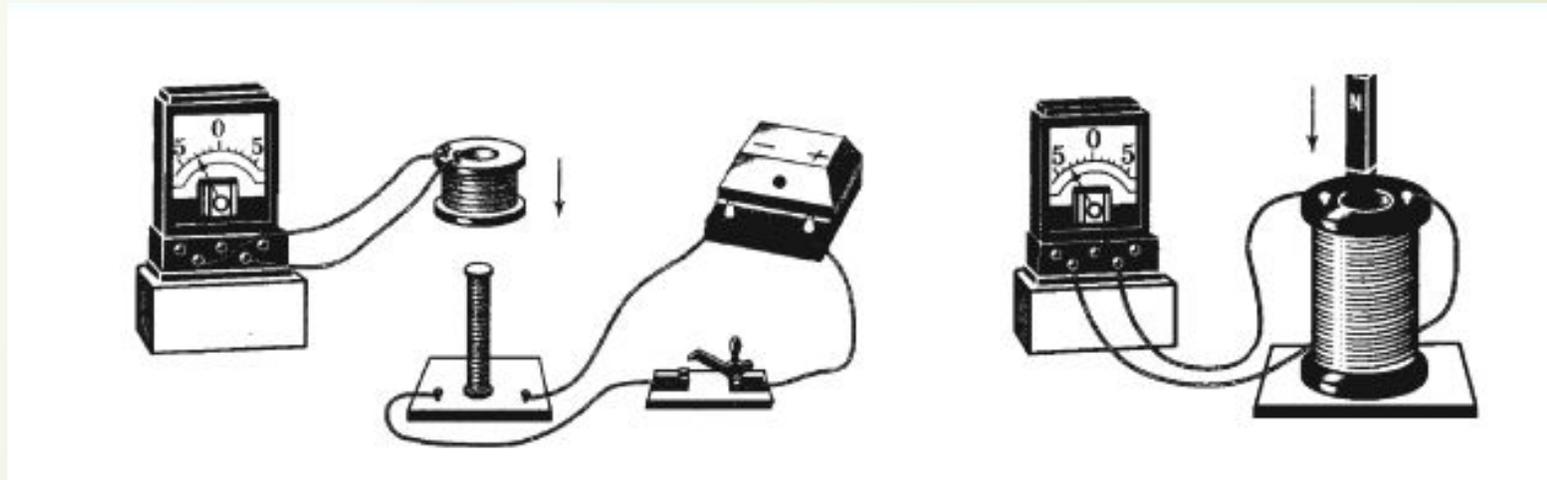
- Явление электромагнитной индукции было открыто выдающимся английским физиком **М. Фарадеем** в 1831 г. Оно заключается в возникновении электрического тока в замкнутом проводящем контуре при изменении во времени магнитного потока, пронизывающего контур.

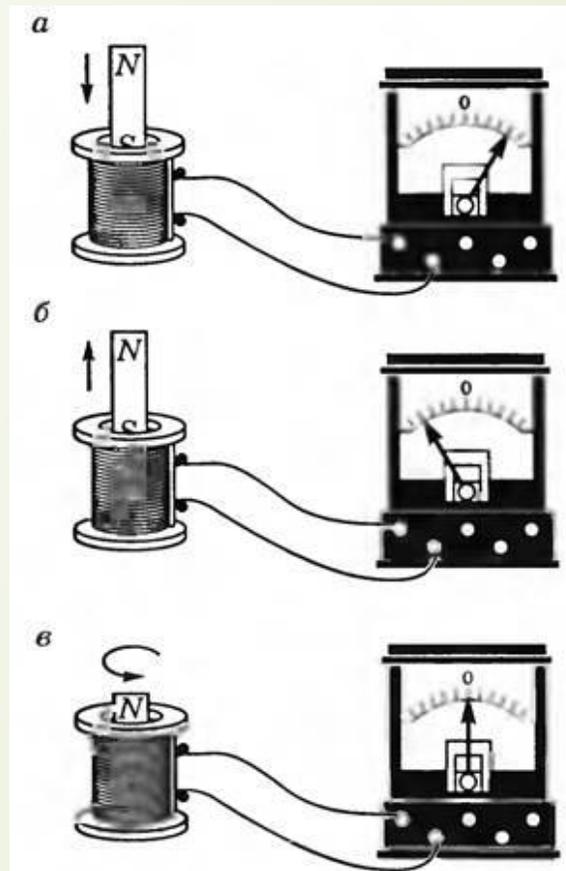


**Фарадей (Faraday) Майкл**  
(22.09.1791–25.08.1867)  
Английский физик и химик.

- **Электромагнитная индукция** – явление возникновения тока в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего его.
- В 1831 г. Фарадей обнаружил, что в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного поля возникает электрический ток. Этот ток назвали **индукционным током**.

# Опыты Фарадея

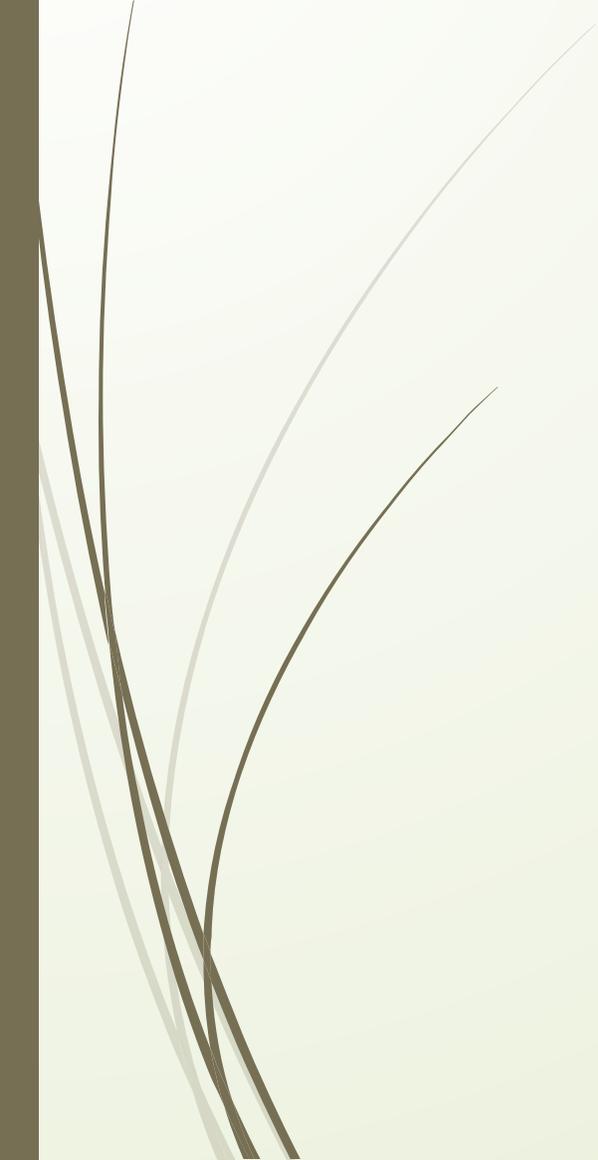




- Опыты показали, что индукционный ток возникает только при изменении линий магнитной индукции. Направление тока будет различно при увеличении числа линий и при их уменьшении.
- Сила индукционного тока зависит от скорости изменения магнитного потока. Может изменяться само поле, или контур может перемещаться в неоднородном магнитном поле.
- Индукционный ток в катушке из металлической проволоки возникает при вдвигании магнита внутрь катушки и при выдвигании магнита из катушки.

- Два металлических шарика, каждый из которых имеет заряд  $10^{-7}$  Кл, находятся на расстоянии 0,1 м друг от друга. Найти силу взаимодействия между ними.

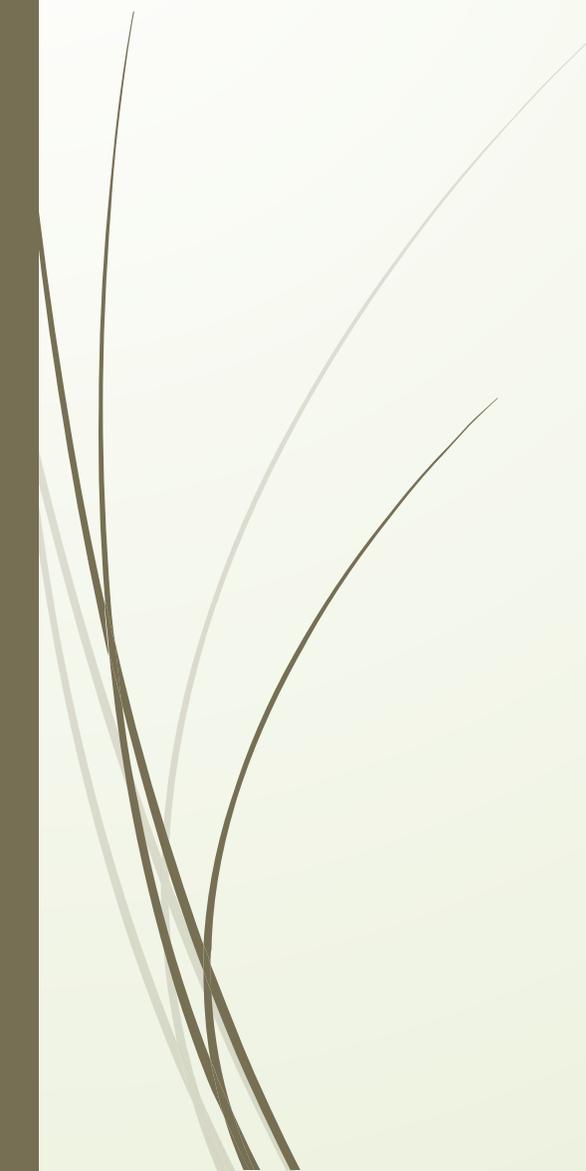
□ С какой силой взаимодействуют два шарика с зарядами  $0,66 \cdot 10^{-7}$  Кл и  $1,1 \cdot 10^{-5}$  Кл на расстоянии 3,3 см?



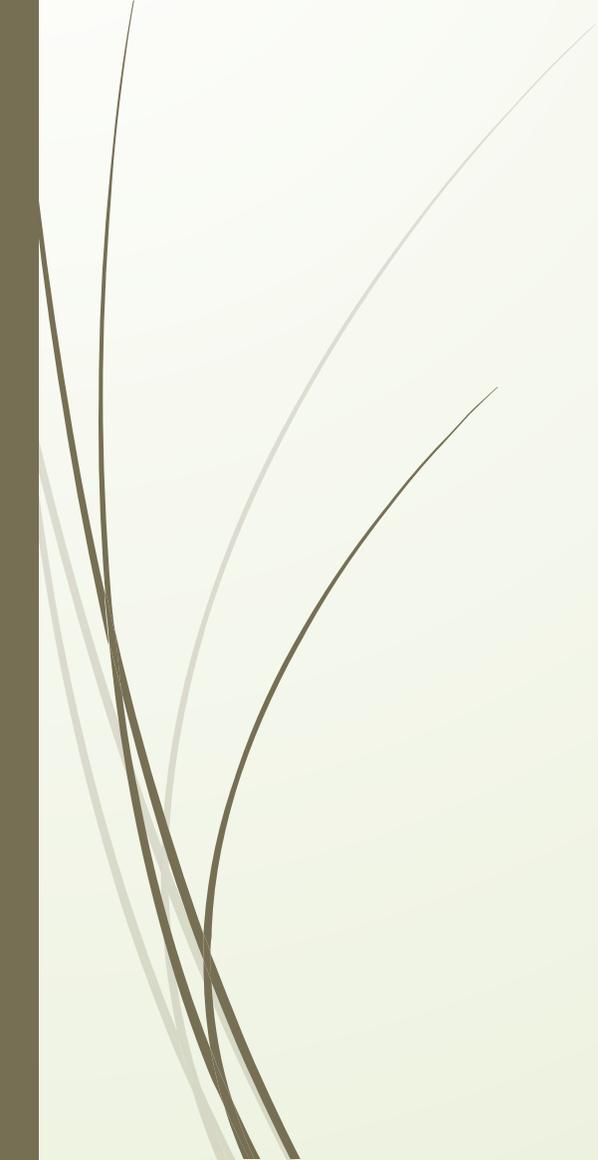
□ На каком расстоянии друг от друга точечные тела с зарядами 1 нКл и 3 нКл взаимодействуют с силой 9 мН?



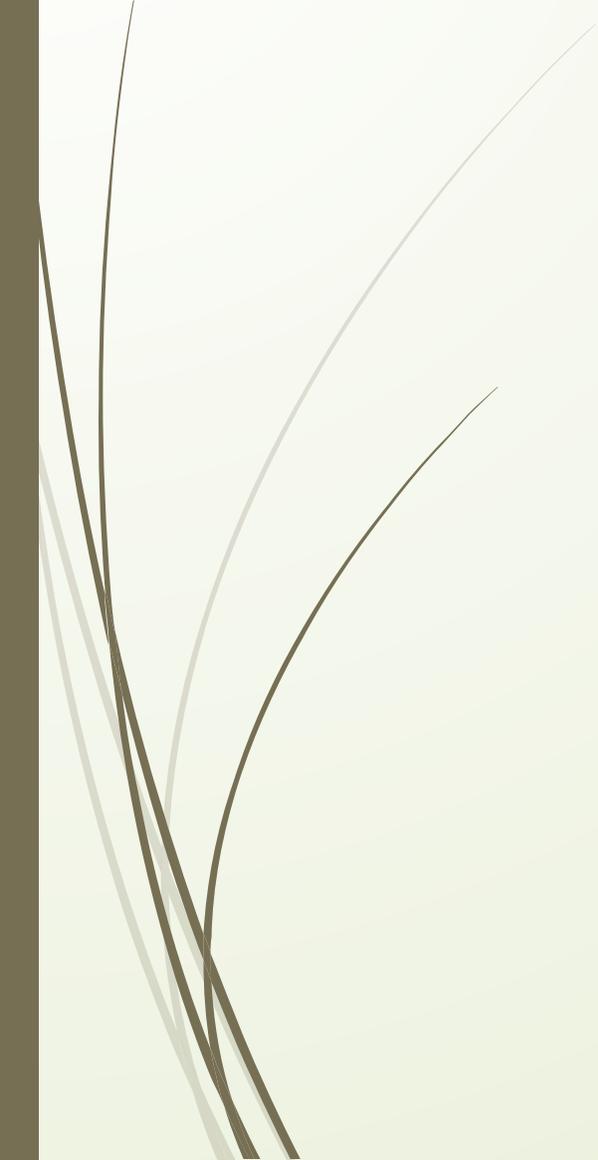
Какова сила тока в резисторе, если его сопротивление 12 Ом, а напряжение на нем 120 В?



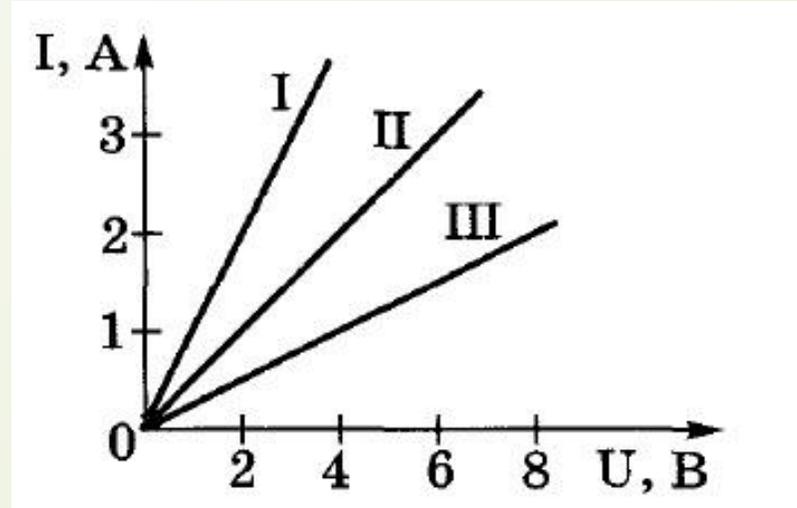
Сопротивление проводника 6 Ом, а сила тока в нем 0,2 А. Определите напряжение на концах проводника.



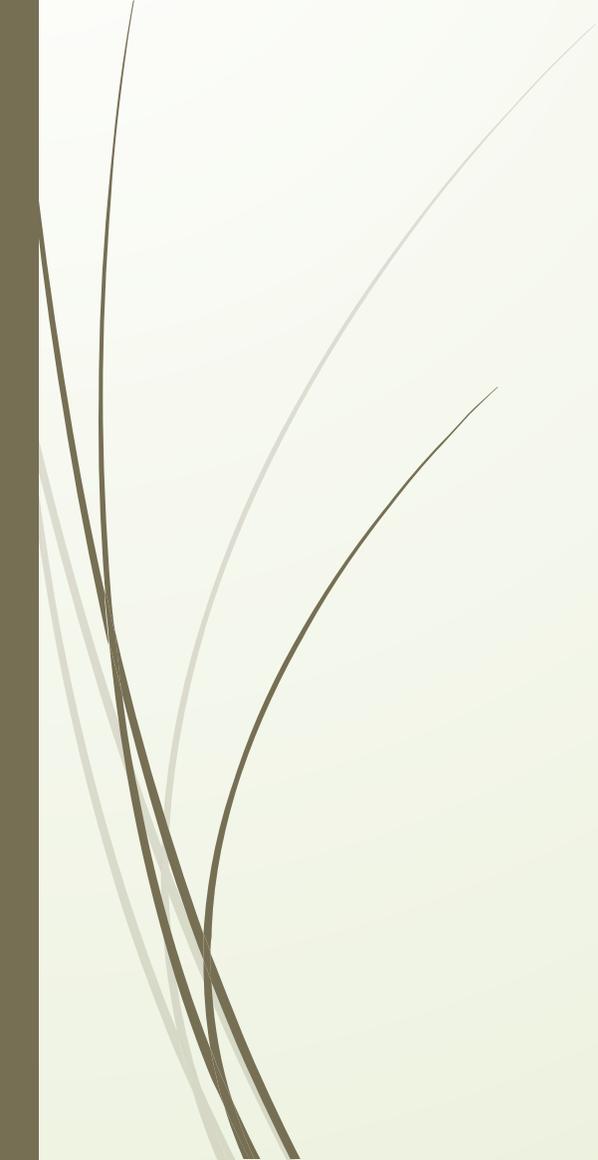
Определите сопротивление проводника, если при напряжении 110 В сила тока в нем 2 А.



По графикам зависимости силы тока от напряжения определите сопротивление каждого проводника.



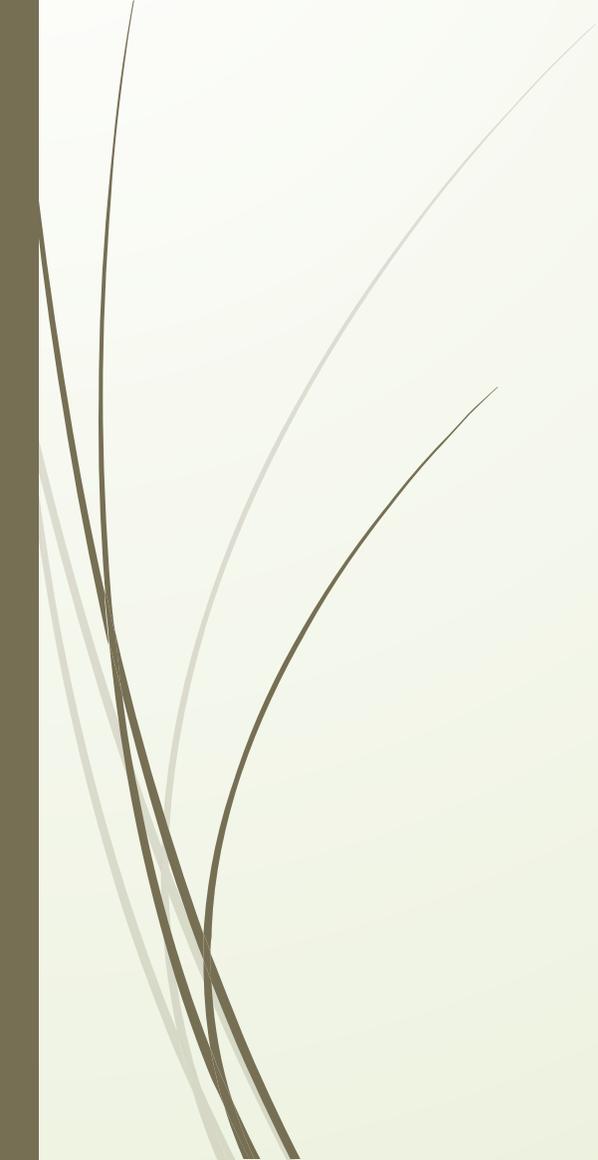
Чему равна сила тока в электрической лампе карманного фонаря, если сопротивление нити накала  $16,6 \text{ Ом}$  и лампа подключена к батарее напряжением  $2,5 \text{ В}$ ?



Электрический утюг включен в сеть с напряжением 220 В. Какова сила тока в нагревательном элементе утюга, если сопротивление его равно 48,4 Ом?



При напряжении 110 В, подведенном к резистору, сила тока в нем равна 5 А.  
Какова будет сила тока в резисторе, если напряжение на нем увеличить на 10 В?

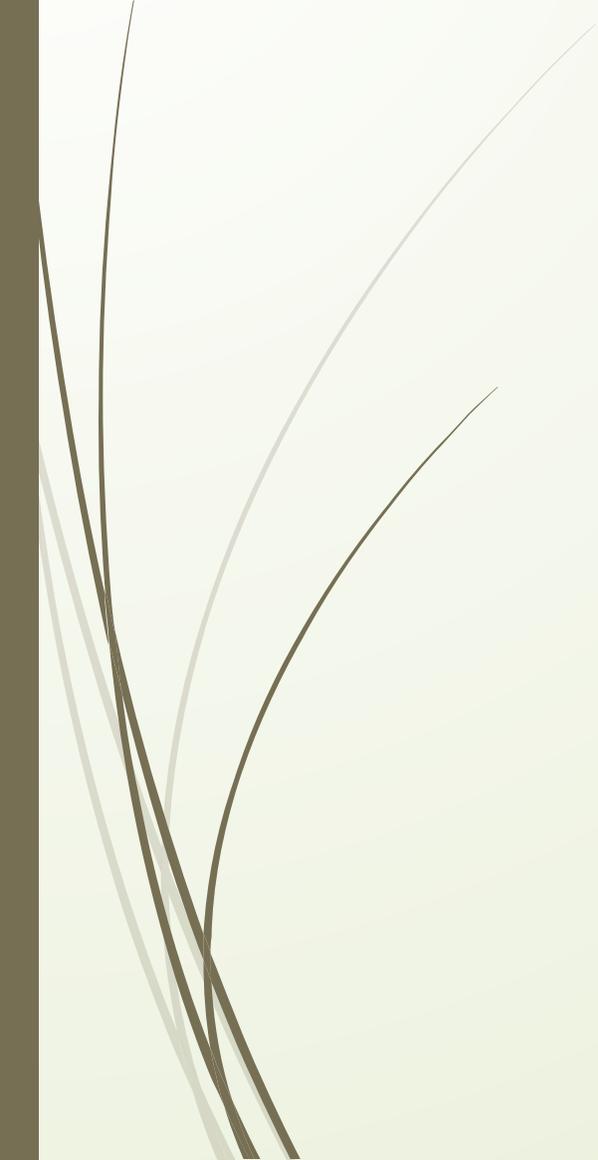




Показание вольтметра, присоединенного к горячей электрической лампе накаливания, равно 120 В, а амперметра, измеряющего силу тока в лампе, 0,5 А. Чему равно сопротивление лампы? Начертите схему включения лампы, вольтметра и амперметра.



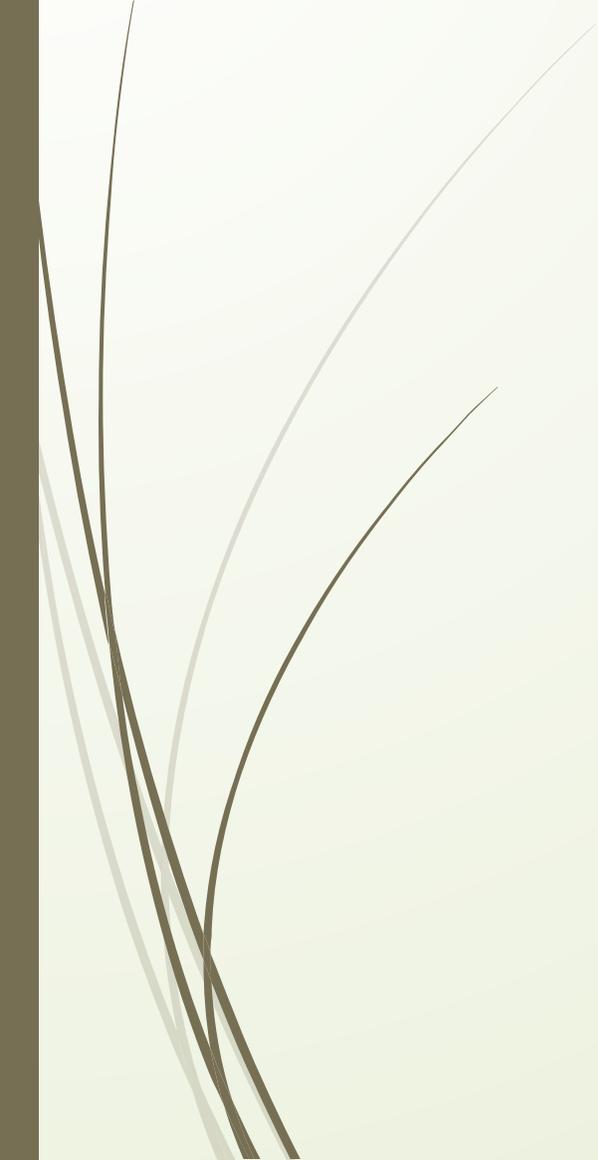
Какое количество теплоты выделит за 20 мин спираль электроплитки сопротивлением 25 Ом, если сила тока в цепи 1,2 А?



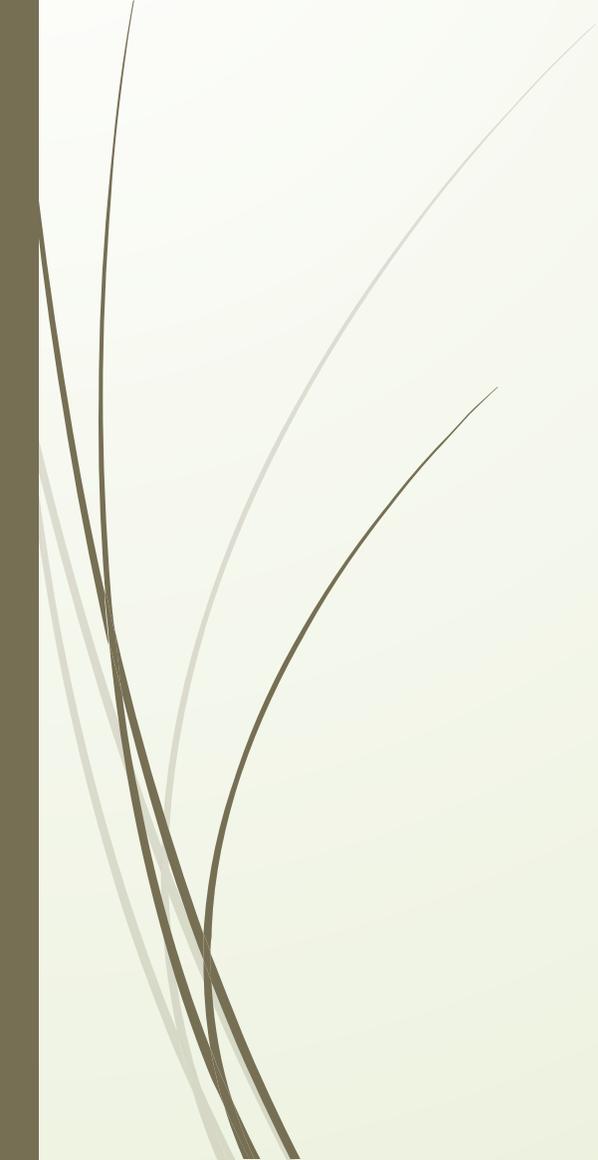
Какое количество теплоты выделит за 30 мин спираль электроплитки, если сила тока в цепи 2 А, а напряжение 220 В?



Какое количество теплоты выделится за 25 мин в обмотке электродвигателя, если ее активное сопротивление равно 125 Ом, а сила тока, протекающего в ней, равна 1,2 А?



Электрическая плитка при силе тока 5 А за 30 мин потребляет 1080 кДж энергии. Рассчитайте сопротивление плитки.





**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**